

[Claim 1]

A rolling bearing for supporting a rolling roller, wherein numerous independent depressions having a shape like a minute recess portion are formed on a surface of each of rolling elements or a surface of a bearing ring while portions on the surface other than those where the depressions are formed are made smooth, so that the level of roughness is made substantially the same in both axial and circumferential directions.

[0010]

[Means for Solving the Problem]

With a view to solving the problem, according to the invention, there is provided a rolling bearing for supporting a rolling roller wherein numerous independent depressions having a shape like a minute recess portion are formed on a surface of each of rolling elements or a surface of a bearing ring while portions on the surface other than those where the depressions are formed are made smooth, so that the level of roughness is made substantially the same in both axial and circumferential directions.

[0011]

Further, according to the invention, when axial and circumferential surface roughnesses are obtained to be indicated by a parameter RMS, a ratio RMS (L)/RMS (C) of axial surface roughness RMS (L) to circumferential surface roughness (C) is made to be 1.0 or smaller, and at the same time, a parameter SK value of surface roughness is made to be minus in both axial and circumferential directions so that a surface area ratio that is occupied by the minute depressions is in the range of 10 to 40%.

[0012]

[Function] When the numerous independent depressions having a shape like a

minute recess portion are formed on the surface of each of the rolling elements or the surface of the bearing ring and the axial and circumferential surface roughnesses are obtained to be indicated by the parameter RMS, the ratio RMS (L)/RMS (C) of axial surface roughness RMS (L) to circumferential surface roughness (C) is made to be 1.0 or smaller, and at the same time, the parameter SK value of surface roughness is made to be minus in both the axial and circumferential directions so that the surface area ratio that is occupied by the minute depressions is in the range of 10 to 40%, and an average area of the minute depressions is made to be in the range of 35 to 150 μm^2 when the minute depressions are reorganized by excluding those whose equivalent circle diameter is 3 μm ϕ or smaller. Therefore, the oil film forming rate on the rolling surface is increased, whereby no peeling damage is generated in the rolling surface even in the event that water exists in lubricant, thereby making it possible to extend the service life of the bearing.

[0014]

In a roller bearing for a rolling roller illustrated in Fig. 2, a surface of each of roller rolling elements 6 is formed into a minutely roughened surface 6a which is roughened in random directions by numerous independent depressions having a shape of a minute recess portion while portions on the surface other than those where the depressions are formed are made into a smooth surface. When surface roughnesses of the rolling element 6 are obtained in both axial and circumferential directions to be indicated by a parameter RMS, the minutely roughened surface 6a is such that a ratio RMS (L)/RMS (C) of axial surface roughness RMS (L) to circumferential surface roughness (C) is made to be 1.0 or smaller or be in the range of 0.7 to 1.0, for example, and at the same time, a parameter SK value of surface roughness is made to be minus, for example -1.6 or smaller, in both the axial and circumferential directions.

[0030]

While the durable life test was carried out on the needle roller bearing by providing the minute depressions on the surfaces of the rolling elements of the needle roller bearing, the same test was carried out on a roller bearing by providing minute depressions on a rolling surface of an inner ring or an outer ring of the rolling bearing or by providing minute depressions on both surfaces of rolling elements and the rolling surface of the bearing ring of the roller bearing. Then, a similar durability increasing effect is recognized in the results of the durable life test carried on the roller bearing.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] An explanatory diagram of rolling equipment.

[Fig. 2] An enlarged view of a bearing in the rolling equipment.

[Fig. 3] An explanatory diagram showing a finished condition of a surface of a conventional rolling element.

[Fig. 4] An explanatory diagram showing a finished condition of a surface of a rolling element of the invention.

[Fig. 5] A sectional view of a needle roller bearing used in a service life test.

[Fig. 6] A schematic view of a testing machine.

[Fig. 7] A graph showing results of a test carried out for relationship between minute depression area ratio and durable life.

[Fig. 8] A graph showing results of a test carried out for relationship between minute depression average area and durable life.

[Fig. 9] A graph showing results of measurement of a metal contact rate of a conventional bearing.

[Fig. 10] A graph showing results of measurement of a metal contact rate of a bearing of the invention.

BEARING OF ROLL FOR ROLLING

Publication number: JP4266410 (A)

Publication date: 1992-09-22

Inventor(s): AKAMATSU YOSHINOBU; NAKANISHI HIDETO +

Applicant(s): NTN TOYO BEARING CO LTD +

Classification:

- International: B21B31/07; F16C19/28; F16C33/36; B21B31/00; F16C19/22; F16C33/30; (IPC1-7): B21B31/07; F16C19/28; F16C33/36

- European:

Application number: JP19910027107 19910221

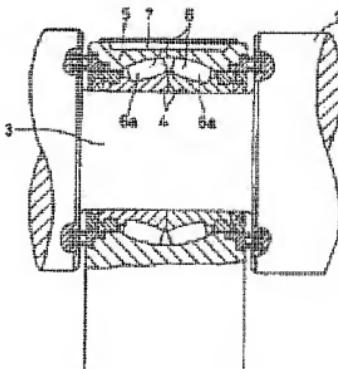
Priority number(s): JP19910027107 19910221

Also published as:

JP3030100 (B2)

Abstract of JP 4266410 (A)

PURPOSE: To raise oil film forming capacity even when water is present in lubricating oil and to prevent the generation of peeling damage by forming independent, fine, concave recesses on the rolling contact surface of ball-and- roller bearing. **CONSTITUTION:** Surface roughness RMS(L) in the axial direction/surface roughness RMS(C) in the circumferential direction is not more than 1.0 and both Sk values as a parameter of surface roughness in the axial direction and circumferential direction are made so as to become negative.; Further, by making the surface area ratio that is shown by fine recesses 10-40% and the average area 35-150μm² when arranging by omitting the diameter of equivalent circle of not more than 3mm²φ, the oil film forming rate of rolling contact surface is improved and, even when water is present in lubricating oil, peeling damage is not generated on the rolling contact surface and long life can be obtained.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-266410

(43) 公開日 平成4年(1992)9月22日

(51) Int.Cl.⁵
B 21 B 31/07
F 16 C 19/28
33/36

識別記号
A 7728-4E
8613-3J
6814-3J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-27107

(22) 出願日 平成3年(1991)2月21日

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者

赤松 良信

桑名市松ノ木4丁目7番地の3

(72) 発明者 中西 英人

四日市市あかつき台1丁目2番地の63

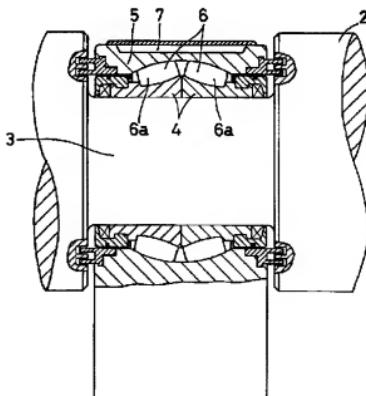
(74) 代理人 弁理士 鎌田 文二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 圧延用ローラの軸受

(57) 【要約】

【目的】 潤滑油中に水が存在する場合の軸受の寿命を延ばす。

【構成】 転動体または軌道輪の表面に独立した微小凹部形状のくぼみを無数にランダムに形成し、微小凹部の面積率及び平均面積を一定の範囲に抑えるようにし、転動面の油膜形成率を向上させ、ピーリング損傷が発生しないようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 広延用ローラを支持する転がり軸受において、転動体または軌道輪の表面に独立した微小四部形状のくぼみを無数にランダムに形成し、くぼみ以外は滑らかな平滑面に形成し、粗さの大きさを軸方向及び円周方向で同程度とした転がり軸受。

【請求項2】 表面粗さを、軸方向と円周方向のそれぞれについて求めてパラメータ RMS で表示したとき、軸方向面粗さ RMS (L) と円周方向面粗さ RMS (C) の比 RMS (L) / RMS (C) が 1.0 以下となり、併せて表面粗さのパラメータ SK 値が軸方向及び円周方向の何れもマイナスとなるようにし、前記微小くぼみの占める表面積比率が 1.0 ~ 4.0 % である請求項1に記載の広延用ローラの軸受。

【請求項3】 微小くぼみの等価円直径が 1.50 μm 以下であり、等価円直径 3 μm 以下を除いて整理したとき、平均面積は 3.5 ~ 1.50 μm² である請求項1に記載した広延用ローラの軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、広延用ローラの軸受、更に詳しくは、潤滑油中に水が存在する条件で使用されても長寿命を示す転がり軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】 潤滑油中に水が存在する条件で使用される軸受としては、図1に示すような鉄鋼、非鉄の広延設備において、溶鋼を所定の形状の延板1に広延する広延用ローラ2の支持軸受を例示することができる。

【0003】 図2は上記広延用ローラ2を支持する軸受の一例を示し、広延用ローラ2のネック部分3に外嵌する内輪4と固定外輪5の間にころ転動体6を介在させた二つ割自動調心ころ軸受が使用され、外輪5の外周に水冷用のジャケット7が設けられている。

【0004】 上記のような広延設備において、延板1の品質向上のため、エマルジョン圧延油を使用し、これを広延用ローラ2に塗布することが行われている。

【0005】 ところで、エマルジョン圧延油は水の含有率が高く、これが広延設備の各種ローラ用軸受内に浸入すると、軸受の接触部は油膜が形成され難くなってしまい潤滑特性が低下し、軸受の短寿命が問題になる。

【0006】 また、鋼板の連鉄設備などのガイドローラ、パックアップに使用される軸受では、稼働時の温度と非稼働時の温度差により、軸受内部に水滴が付くことがある。

【0007】 代表的な軸受の損傷形態は、(1) 転走面接触部の潤滑状態が悪いため、軸受走面のピーリング発生、(2) ピーリングを起点とした剥離発生、(3) この剥離により軸受転動体の進み過ぎが生じ、(4) 軸受の振動が大きくなり保持器と転動体が接触し、保持器が破損するというものであり、軸受の使用が不可能にな

る。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 従来は、エマルジョンの軸受内への浸入を防ぐために、軸受のシール構造の改良や、軸受の潤滑系を作成する方法が取られているが、軸受構造の複雑化、潤滑設備のコスト高に問題がある。

【0009】 そこでこの発明は、潤滑油中に水が存在する場合の軸受の転動体または軌道輪の表面に独立した微小四部形状のくぼみを無数のランダムに形成することによって、転がり接触部の油膜形成能力を高め、ピーリング損傷が発生しない軸受を提供することを課題としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上記のような課題を解決するため、この発明は、広延用ローラを支持する転がり軸受において、転動体または軌道輪の表面に独立した微小四部形状のくぼみを無数にランダムに形成し、くぼみ以外は滑らかな平滑面に形成し、粗さの大きさを軸方向及び円周方向で同程度とした構成を採用したものである。

20

【0011】 更にこの発明は、表面粗さを、軸方向と円周方向のそれぞれについて求めてパラメータ RMS で表示したとき、軸方向面粗さ RMS (L) と円周方向面粗さ RMS (C) の比 RMS (L) / RMS (C) が 1.0 以下となり、併せて表面粗さのパラメータ SK 値が軸方向及び円周方向の何れもマイナスとなるようにし、前記微小くぼみの占める表面積比率が 1.0 ~ 4.0 % である構成を採用したものである。

【0012】

【0013】 作用】 転動体または軌道輪の表面に独立した微小四部形状のくぼみを無数にランダムに形成し、その表面粗さを、軸方向と円周方向のそれぞれについて求めてパラメータ RMS で表示したとき、軸方向面粗さ RMS (L) と円周方向面粗さ RMS (C) の比 RMS (L) / RMS (C) が 1.0 以下となり、前記微小くぼみの占める表面積比率が 1.0 ~ 4.0 % である構成を採用したものである。

30

【作用】 転動体または軌道輪の表面に独立した微小四部形状のくぼみを無数にランダムに形成し、その表面粗さを、軸方向と円周方向のそれぞれについて求めてパラメータ RMS で表示したとき、軸方向面粗さ RMS (L) と円周方向面粗さ RMS (C) の比 RMS (L) / RMS (C) が 1.0 以下となり、前記微小くぼみの占める表面積比率が 1.0 ~ 4.0 % である構成を採用したものである。

40

【作用】 転動体または軌道輪の表面に独立した微小四部形状のくぼみを無数にランダムに形成し、その表面粗さを、軸方向と円周方向のそれぞれについて求めてパラメータ RMS で表示したとき、軸方向面粗さ RMS (L) と円周方向面粗さ RMS (C) の比 RMS (L) / RMS (C) が 1.0 以下となり、前記微小くぼみの占める表面積比率が 1.0 ~ 4.0 % である構成を採用したものである。

40

【作用】 転動体または軌道輪の表面に独立した微小四部形状のくぼみを無数にランダムに形成し、その表面粗さを、軸方向と円周方向のそれぞれについて求めてパラメータ RMS で表示したとき、軸方向面粗さ RMS (L) と円周方向面粗さ RMS (C) の比 RMS (L) / RMS (C) が 1.0 以下となり、前記微小くぼみの占める表面積比率が 1.0 ~ 4.0 % である構成を採用したものである。

【0014】

【実施例】 以下、この発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。

【0014】 図2に示した広延用ローラ用のころ軸受において、転動体6の表面が独立した無数の微小四部形状のくぼみによってランダムな方向の微小粗面6aに形成され、くぼみ以外は滑らかな平滑面に形成され、この微小粗面6aは、面粗さを転動体6の軸方向と円周方向

のそれぞれを求めてパラメータ RMS で表示したとき、軸方向面粗さ RMS (L) と円周方向面粗さ RMS (C) の比 RMS (L) / RMS (C) を 1.0 以下、例えば、0.7 ~ 1.0 にすると共に、表面粗さのパラメータ SK 値が軸方向、円周方向ともマイナス、例えば -1.6 以下になっている。

【0015】上記のような転動面の粗面条件を得るために表面加工処理は、特殊なバーレル研磨によって、所望する仕上面を得ることができる。

【0016】前記パラメータ SK 値とは、表面粗さの分布曲線の歪み度 (SKENNESS) を指し、ガウス分布のような対称形分布は SK 値が 0 となるが、パラメータ SK 値を円周方向、軸方向とも -1.6 以下とした設定値は、表面凹部形状、分布が油膜形成に有利な範囲である。

【0017】上記転動体の転動面に設ける微小なくぼみの占める表面積比率は 10 ~ 40 % の範囲であると共に、微小なくぼみの等価円直径は $1.50 \mu\text{m}$ 以下であり、微小なくぼみの平均面積は、等価円直径 $3 \mu\text{m}$ 以下を除いて整理したとき $3.5 \sim 15.0 \mu\text{m}^2$ になっている。

【0018】なお、図 2 では転動体 6 の表面に微小粗面 a を施したが、軌道輪である内輪又は外輪の転動面に同様の微小粗面を形成してもよい。

【0019】図 3 に標準的な仕上げ面状況を、また、図 4 に転動体表面又は内外輪の転動面に施した微小粗面加工の仕上げ面状況を比較して示した。

【0020】前記微小なくぼみの定量的測定を行うには、転動体表面を拡大し、その画像から市販されている画像解析システムにより定量化できる。

【0021】画像の白い部分は表面平坦部、微小なくぼみは黒い部分として解析する。例えば、(株)ピアスの LA-525 画像解析システムを用いて解析すると、先ず原画の濃淡を強調フィルターで明確化し、その後非常に微細な黒い部分である等価円直径 $3 \mu\text{m}$ 以下はノイズリーザーで除去する。

【0022】ノイズリーザーで除去した後に残された微小なくぼみの大きさ、分布、微小なくぼみの表面積比率を求め、転動体表面を評価するものである。

【0023】次に、針状ころ離受のころ転動体の表面に微小なくぼみの面積比率、くぼみの平均面積、平均等価直径等の異なる状況を与え、ラジアル荷重による耐久寿命試験を行った結果について説明する。

【0024】寿命試験に用いたニードル軸受は図 5 に示すように、外径 $D = 38 \text{ mm}$ 、内径 $d = 28 \text{ mm}$ 、転動体 1 本の直径 $D = 5 \text{ mm}$ 、長さ $L = 1.3 \text{ mm}$ で、1.4 本の転動体を用いた保持器 1 付の軸受である。

【0025】また、使用的試験装置は、図 6 に概略図で示したようなラジアル荷重試験機 21 を使用し、回転軸 3 3 の両側に試験軸受 A を取付け、回転と荷重を与える

て試験を行うものである。

【0026】試験に用いたインナーレース (相手軸) の仕上は研削仕上の $R_{\max} 0.4 \sim 4 \mu\text{m}$ である。アウターレース (外輪) は研削仕上げ $R_{\max} 1.6 \mu\text{m}$ で何れの場合も共通である。

【0027】また、試験条件は以下の通りである。

【0028】軸受ラジアル荷重 1465 kg f

回転数 3050 rpm

潤滑剤 ターピン油

10 図 7 は微小なくぼみの面積比率と耐久寿命の結果を、また図 8 は微小なくぼみの平均面積と耐久寿命の結果を示している。

【0029】図 7 と図 8 の結果により、耐久寿命は面積比率で 10 % 以上、平均面積で $3.5 \mu\text{m}^2$ 以上のものが、計算寿命に対する耐久寿命 (L_{10}) の比で 4 以上となり、耐久寿命に効果がある。

【0030】上記の耐久寿命試験は針状ころ離受の転動体表面に微小なくぼみを設けて行ったが、転がり軸受における内輪又は外輪の転動面もしくは転動体の表面と転動面の両者に微小なくぼみを設けても、前記試験結果を同様の耐久性の向上効果が認められる。

【0031】なお、微小なくぼみの面積比率が 30 % 以上、平均面積 $12.0 \mu\text{m}^2$ 以上は、接触有効長さが減少し、長寿命の効果は減少する傾向にある。

【0032】また、転動体仕上げ面の油膜形成能力の確認及び耐ビーリング性について、2 円筒の試験機を用いて、自由転がり接触条件下で、本発明離受及び従来軸受と同一の表面状態の試験片を用いて、加速ビーリング試験をおこなった。接触部の油膜形成状態の確認は、直流電気抵抗法により測定した金属接触率により行い、一定試験時間後、試験円筒表面のビーリング発生の有無を確認した。

【0033】試験条件

最大接触面圧 227 kg f/mm^2

周速 $4.2 \text{ m/S} (2000 \text{ rpm})$

潤滑剤 W/O エマルジョン

(含水率 8.5 %)

負荷回数 4.8×10^5 (4 時間)

印加電圧 60 mV

通電電流 3 mA

40 この試験による油膜形成率 (= 100 % - 金属接触率) は、図 9 と図 10 に示すとおりであり、本発明離受の仕上げ面の油膜形成率は従来軸受に比較して運転開始時で 10 % 程度向上した。また、試験終了時 (4 時間後) では、20 % 程度向上した。

【0034】更に、従来軸受の仕上げ面では、ビーリングから進展した、幅 0.1 mm 長さ 0.9 mm の局部摩耗が認められたのに対し、本発明離受の仕上げ面では、損傷は認められなかった。

50 【0035】

【効果】以上のように、この発明によると、転動体または軌道輪の表面に独立したランダムな微小凹部を形成し、凹部の面積率及び平均面積を一定範囲に抑えるようにしたので、転動面の油膜形成に有利となり、潤滑油中に水が存在する条件で使用される軸受においてもピーリング損傷の発生を抑えることができ、従って潤滑油中に水が存在する場合の軸受の寿命を延ばすことができ、各種圧延設備の稼働率を大幅に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】圧延設備の説明図

【図2】同上における軸受の拡大断面図

【図3】従来の転動体表面の仕上面状況を示す説明図

【図4】本発明の転動体表面の仕上面状況を示す説明図

【図5】寿命試験に用いたニードル軸受の断面図

【図6】試験装置の概略図

【図7】微小くぼみの面積比率と耐久寿命の試験結果を示すグラフ

【図8】微小くぼみの平均面積と耐久寿命の結果を示すグラフ

【図9】従来軸受の金属接触率を測定したグラフ

【図10】本発明軸受の金属接触率を測定したグラフ

【符号の説明】

10 2 圧延ローラ

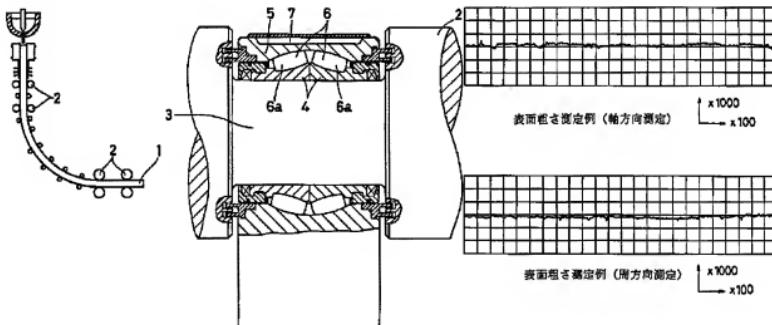
6 転動体

6a 微小くぼみ

【図1】

【図2】

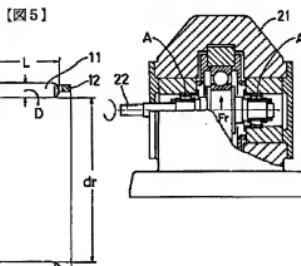
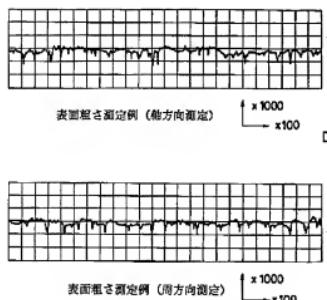
【図3】



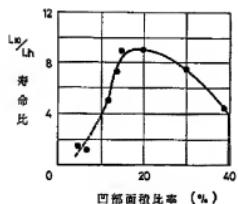
【図6】

【図4】

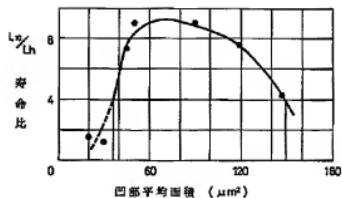
【図5】



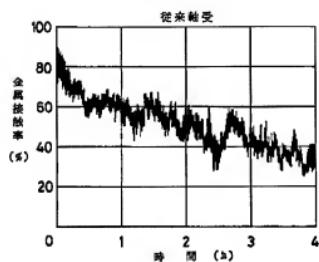
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

